



# **Universidad Nacional Mayor de San Marcos**

**Universidad del Perú. Decana de América**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica**

**Escuela Profesional de Ingeniería Geológica**

## **Elevación del eje de corona de la presa de depósito de relave - Etapa I, Suyckutambo - Cuzco**

### **TESIS**

**Para optar el Título Profesional de Ingeniero Geólogo**

### **AUTOR**

**Michael Jefferin VELASQUEZ TOLENTINO**

### **ASESOR**

**Tomás Ezequiel GALLARDAY BOCANEGRA**

**Lima, Perú**

**2018**



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

## Referencia bibliográfica

---

Velasquez, M. (2018). *Elevación del eje de corona de la presa de depósito de relave - Etapa I, Suyckutambo - Cuzco*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, Escuela Profesional de Ingeniería Geológica]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

---

99 pte. A.  
An D 10 m pte  
An E - 8 m pte  
P



**Universidad Nacional Mayor de San Marcos**  
Universidad del Perú. Decana de América  
**FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA**  
Escuela Profesional de Ingeniería Geológica

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO**  
**PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO**

En el Salón de Grados y Títulos de la Escuela Profesional de Ingeniería Geológica de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, el día martes 06 de noviembre del año 2018, siendo las 18:00 horas, en presencia de los señores docentes designados como miembros del Jurado Calificador:

Ing. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN	(Presidente de Jurado)
Ing. LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO	(Miembro de Jurado)
Ing. ROSA JULIA MEDINA SANDOVAL	(Miembro de Jurado)

Reunidos para el acto académico público de colación de la Tesis del Bach. **MICHAEL JEFFERIN VELASQUEZ TOLENTINO**, quien sustentará la Tesis titulada: **«ELEVACIÓN DEL EJE DE CORONA DE LA PRESA DE DEPÓSITO DE RELAVE – ETAPA I, SUYCKUTAMBO - CUZCO»**, para la obtención del Título Profesional de Ingeniero Geólogo.

Los miembros del Jurado, escuchada la sustentación respectiva, plantearon al graduando las observaciones pertinentes, que fueron absueltas:

A SATISFACCIÓN DEL JURADO

El Jurado procedió a la calificación, cuyo resultado fue:

APROBADO POR UNANIMIDAD CON NOTA (16) DIECISEIS

Habiendo sido aprobada la Sustentación de Tesis por el Jurado Calificador, el Presidente recomienda que la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica, proponga se le otorgue el **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO GEÓLOGO** al Bach. **MICHAEL JEFFERIN VELASQUEZ TOLENTINO**.

Siendo las 19:00 horas se dio por concluido el acto académico, expidiéndose dos (02) Actas Originales de la Sustentación de la Tesis.

Ciudad Universitaria, 06 de noviembre del 2018

**ING. CIRO SERGIO BEDIA GUILLEN**  
PRESIDENTE DE JURADO

**ING. LOURDES JANET QUIÑONES LAVADO**  
MIEMBRO DE JURADO

**ING. ROSA JULIA MEDINA SANDOVAL**  
MIEMBRO DE JURADO

**DR. TOMAS EZEQUIEL GALLARDAY BOCANEGRA**  
ASESOR

# RESUMEN

La presente tesis consiste en el estudio técnico del crecimiento del eje de corona de la Presa de Depósito de Relave Suyckutambo Etapa I, que comprende hasta la cota 4794.5 con el método de disposición “Aguas Abajo”. Ubicada en el distrito Suyckutambo, provincia Espinar del departamento Cusco, a una altitud entre los 4500 y 5 000 m.s.n.m.

La unidad Suyckutambo está emplazada sobre la formación denominada Grupo Tacaza, conformado por un conjunto de rocas compuestas por basaltos y arcosas en la parte baja y aglomerados de andesita con tobas dacíticas en la parte alta; formada por una secuencia de vulcanismos correspondiente a la segunda fase de la orogénesis andina, y se ha depositado a partir de la fase de distensión consecutiva al plegamiento del Oligoceno Inferior.

El Depósito de Relaves de la Unidad Minera Suyckutambo, está conformado por un dique de arranque de 10 metros de altura (Etapa 0), conformado por material de préstamo, lo que ha permitido depositar relaves (Etapa I). El dique tiene talud aguas arriba de 1.5H:1.0V y aguas abajo de 2.0H:1.0V.

Para que la Presa de Depósitos de Relave se encuentre en condiciones favorables de estabilidad se realizaron trabajos de movimientos de tierra; conformación del dique mediante la colocación de material de relave cicloneado (relave grueso), bajo un continuo monitoreo compactado al 95% en capas de 0.30m, para llegar hasta la cota 4794.5 como parte de la Etapa I, realizando un total de 45 capas y con un contenido de humedad menor a 15.6.

Trabajos de impermeabilización de vaso talud aguas arriba con geomembrana HDPE 1.5mm para evitar problemas de filtración.

Con respecto a las obras civiles, toda la cimentación que ocupara el dique final será impermeabilizada con material de baja permeabilidad (material arcilloso); se realizaron sistemas de drenajes el cual consta de un dren chimena, vertical y horizontal conformado por arena gravosa, cuyo fin es derivar las aguas de escorrentía y las aguas de filtración del cuerpo de dique, si es que fuera el caso, a una poza de paso, derivándolo a planta para su reutilización (recirculación). Con finalidad de proveer estabilidad en la base del talud se realizó la construcción de un sistema de muro gavión y colindante a la estructura el dren vertical.

La presente tesis contempla la actualización de las condiciones geotécnicas de la Presa de depósitos de Relave hasta la cota 4794.5, los estudios se basaron en el análisis de estabilidad física de taludes para lo cual se utilizó el programa de cómputo SLIDE (Rocsience, 2003) versión 6.

Se realizaron ensayos de mecánica de suelos de campo para la conformación del dique hasta la cota 4794.5.

Para los monitoreos geotécnicos se realizó la instrumentación mediante sondeos piezométricos el cual permite el control de la evolución de la profundidad del agua en el terreno y las presiones intersticiales, se instalaron 3 piezómetros.

Con el objetivo de medir los asentamientos y desplazamientos horizontales, se instalaron 3 hitos de control en la corona del dique, para los monitoreos topográficos.

# ABSTRACT

The present thesis consists in the technical study of the growth of the crown axis of the Suveckutambo Relay Reservoir Stage I which comprises up to elevation 4794.5 with the "Down Water" layout method. Located in the district Suyckutambo, Espinar province of the Cusco department, at an altitude between 4500 and 5000 m.s.n.m.

The unit Suyckutambo is located on the formation denominated Group Tacaza, conformed by a set of rocks composed by basalts and arcossas in the low part and agglomerates of andesita with dacíticas tuffs in the high part; formed by a sequence of vulcanisms corresponding to the second phase of the Andean orogenesis, and has been deposited from the phase of distension consecutive to the folding of the Lower Oligocene

The Tailings Depository of the Suyckutambo Mining Unit consists of a 10-meter-high starting dam (Stage 0), made up of loan material, which has allowed the depositing of tailings (Stage I). The dike has slope upstream of 1.5H: 1.0V and downstream of 2.0H: 1.0V.

In order for the Relay Reservoir Dam to be in favorable conditions of stability, earthworks were carried out; dam conformation by placing cyclone tailings material (thick tailings), under continuous monitoring compacted to 95% in layers of 0.30m, to reach level 4794.5 as part of Stage I, making a total of 45 layers and with a moisture content of less than 15.6.

Waterproofing works of upstream slope glass with geomenbrane HDPE 1.5mm to avoid filtration problems.

With respect to civil works, all the foundation that will occupy the final dam will be waterproofed with low permeability material (clay material); drainage systems were realized which consists of a chimena drain, vertical and horizontal conformed by gravosa sand, whose purpose is to derive the waters of runoff and

the waters of filtration of the body of dike, if it was that the case, to a pool of step, deriving it to plant for its reuse (recirculation). In order to provide stability at the base of the slope, the construction of a gabion wall system and adjoining the vertical drain structure was carried out.

This thesis contemplates the updating of the geotechnical conditions of the Relave reservoir dam up to level 4794.5, the studies were based on the physical stability analysis of slopes for which the computer program SLIDE (Rocscience, 2003) version was used. 6

Mechanical trials of field soils were carried out to form the dam up to level 4794.5.

For the geotechnical monitoring, the instrumentation was carried out by means of piezometric soundings which allows the control of the evolution of the depth of the water in the land and the interstitial pressures, 3 piezometers were installed.

In order to measure the settlements and horizontal displacements, 3 control milestones were installed in the crown of the dam, for topographic monitoring.